

平成 23 年度研究開発成果概要書
「革新的な三次元映像技術による超臨場感コミュニケーション技術の研究開発」
課題名 超臨場感コミュニケーションシステム

(1) 研究開発の目的

本研究は、超臨場感コミュニケーション技術の研究開発を通し、下記の実現を目指すものである。

- 空間と空間を結ぶコミュニケーション技術の確立、および同技術を利用した「離れていても一緒に仕事をしている感覚の持てるテレワークシステム」の実現
- 実際のテレワークをコンテンツとした実証実験によるシステムの有用性の証明
- テレワークの促進によるワークライフバランス改善、省エネルギー化など社会への貢献

以上の実現に向けて、複数のカメラ・マイク・センサを空間位置に基づいて処理・伝送する技術、視聴覚情報から場や利用者の状況を推定し効果的に提示する技術、大画面ディスプレイを用いて作業空間を共有する技術などの研究開発を行う。

(2) 研究開発期間

平成 21 年度から平成 27 年度 (7 年間)

(3) 委託先企業

沖電気工業株式会社 < 幹事 >、日本電気株式会社、シャープ株式会社、サイバネットシステム株式会社、国立大学法人東京農工大学、学校法人立正大学学園

(4) 研究開発予算 (百万円)

平成 21 年度	7.0 (契約金額)
平成 22 年度	6.6 (")
平成 23 年度	25.0 (")

(5) 研究開発課題と担当

143 才 201 : 位置に連動したメディア制御技術、プロトコルおよびシステム
(沖電気工業株式会社)

143 才 202 : 音と映像の能動的メディア処理技術
(日本電気株式会社)

143 才 203 : 大画面ディスプレイを用いた実用空間共有技術
(シャープ株式会社)

143 才 204 : タイルドディスプレイを用いた
ハイパーインフォメーションターミナル
(サイバネットシステム株式会社)

143 才 205 : 計算機利用履歴や環境情報を利用した状況推定技術
(国立大学法人東京農工大学)

143 才 206 : 超臨場感テレワークシステム評価手法と
使用時メンタルモデル
(学校法人立正大学学園)

(6) これまで得られた研究開発成果

		(累計) 60 件	(当該年度) 27 件
特許出願	国内出願	12	2
	外国出願	2	2
外部発表	研究論文	4	4
	その他研究発表	37	16
	プレスリリース	1	0
	展示会	4	3
	標準化提案	0	0

具体的な成果

(1) 位置に連動したメディア制御技術、プロトコルおよびシステム

今後のベースになるシステムの構築、および任意エリアの映像・音情報通信における要素技術獲得を目標に、以下の項目を実施した。

アーキテクチャ検証用プロトタイプシステムの構築

検証用システム(カメラ10台、マイク6台、情報提示用端末4台)を構築して、複数端末の同時接続性や中継機能による帯域効率化効果、メッセージの伝送遅延時間などについて検証を行ない、基本的なアーキテクチャに問題がないことを確認した。

遠隔オフィス任意エリアの收音技術の研究開発

エリア收音技術の実験環境として48チャンネルの同時收音とシミュレーションができる環境を構築した。

周囲に雑音が存在していても目的エリア音のみを強調する技術として、複数のマイクロホンアレイを用いて多方向の指向性ビームを目的エリアに集中させること方式を開発し、2個のマイクロホンで構成したマイクロホンアレイで十分効果があることを明らかにした。

遠隔オフィス任意エリアの3D映像伝送技術の研究開発

3Dカメラ、H.264ソフトウェアコーデックなどを用いて、3D映像伝送を実現する実験環境を構築し、主観評価実験にて企業内IPネットワークで利用できる実用的な符号化パラメータを明らかにした。また、視点移動に関する実験環境として水平方向に可動する遠隔制御可能な雲台を開発し、3Dカメラのドリーによる接近感効果を確認した。

テレワークの状況（プレゼンス、存在感など）提示技術の研究開発

気づきを与える情報提示方法に関する評価実験を実施し、「拡大運動表示」かつ「音あり」提示条件が心理・行動指標とともに最も有意に気づきやすく、被接近感を与えることができることを明らかにした。

スレートPCベースのコミュニケーション端末と、143オ 205で研究中の割込拒否度推定結果を俯瞰映像上に重畳して提示するプロトタイプを開発し、CEATEC JAPAN 2011に出展した。

(2) 音と映像の能動的メディア処理技術

人間の視覚・聴覚における注目動作を反映し、自然で違和感のない超臨場感テレワークシステムを実現する能動的メディア処理技術の基本アルゴリズムを開発するため、以下の項目を実施した。

オブジェクト情報把握機能の開発

音響情報及びオブジェクトの動き情報から算出した重要度に基づき映像・音響イベントを選択する基本アルゴリズムを開発し、評価用ソフトウェアを試作した。

状況提示機能の開発

オフィス空間内で発生した映像・音響イベントを提示する3種類の映像提示方法（俯瞰提示、実写提示、仮想オフィス）と擬音語・擬態語によるサイレント提示方法を評価するために、遠隔ユーザがこれら3種類の映像提示をインタラクティブに切替えて視聴できるオフィス状況伝達システムを開発した。また、過去に発生した映像・音響イベントを漏れなく把握するための機能として、時間要約提示の基本アルゴリズムを開発した。開発した時間要約提示方法を評価するために、映像・音響イベント発生時のサムネイル画像を効果的に提示する評価用ソフトウェアを開発した。

(3) 大画面ディスプレイを用いた実用空間共有技術

離れていても、大画面ディスプレイを介してお互いがそばにいるように、共通の作業オブジェクト（電子ドキュメント）を見ながら作業できる実用空間共有技術の基本アルゴリズムを開発するため、以下の項目を実施した。

シミュレーション環境の構築

60インチ狭額縁ディスプレイを3×3面組合せた180インチ相当のタイルドディスプレイと、その周辺に複数のステレオカメラセットを配置させた、映像と音声処理技術を開発する上でのプラットフォームとなるシミュレーション環境を構築した。

実用空間共有技術の要素技術の開発

映像処理については、疎に配置された複数のカメラを校正するために局所的なキャリブレーション技術を組合せた方式を確立した。さらに、映像モデル生成に必要な奥行情報取得手段として、ステレオマッチング技術と投射型距離推定技術を適応的に使い分ける方式を候補として選定した。

音声処理については、2つのマイクより收音された音声から音像位置取得機能を実現するアルゴリズムを開発した。また、ダブルトークではない状態において、自分側のスピーカから出力され各マイクに入る相手の音声信号成分を低減する技術について、既存技術の課題抽出を行った。

(4) タイルドディスプレイを用いた

ハイパーインフォメーションターミナル

Windows上でタイルドディスプレイを制御するMasterと、別PCユーザインタフェースとなるClientの基本機能を確立させるために、コンテンツを表示する表示コンポーネント及び表示コンポーネントを実行するWorkspaceの基本要素技術の獲得を目標に下記の項目の開発を実施した。

タイルドディスプレイのコンテンツ表示機能の開発

タイルドディスプレイにWorkspaceと呼ばれるフルスクリーンフォームを表示し、Internet ExplorerのHTML描画エンジン「Trident」を表示コンポーネントの描画エンジンとして利用することで多種多様なデータの表示に対応する技術を確立した。具体的には画像、動画、テキスト、PDFを表示コンポーネントに表示する。

表示コンポーネントは2種類のモードを開発した。一つは前述のWeb技術を用いたWebアプリケーションのモードである。もうひとつはC#で実装したDLLをロードするPluginアプリケーションのモードである。

Plugin アプリケーションのモードは Web アプリケーションで表示できないアプリケーション(例えば USB カメラ画像表示や OpenGL アプリケーションなど)の表示を行う。

Web アプリケーションのモードでは、Master が Client からのコマンド(TCP)を受信し、そのコマンド内容にしたがって Client が保持しているコンテンツ(画像、テキストなど)を http 接続してタイルディスプレイの表示コンポーネント表示するモードと、Master が保持している CSS、HTML、JavaScript で実装された Widget を Client からのコマンドによって表示するモードの 2 種類を開発した。

Windows 版ユーザインタフェースの開発

Client は Master の Workspace のアスペクト比に併せて縮小版の Workspace をデスクトップに表示し、画像や動画を Drag&Drop することで Master の Workspace にコンテンツを表示するインタフェースの実装をおこなった。また、Widget と Plugin アプリを表示するために Workspace をダブルクリックして ApplicationLauncher を表示し、アイコンをクリックして Workspace に Widget と Plugin アプリを表示するインタフェースを開発した。

Client から Master への接続には Zero Configuration 技術を用いてユーザが Master の IP アドレスを知らずとも接続できる機能を開発した。また、ユーザが機能ごとにプログラムをインストールする煩わしさを無くすために http サーバ機能を Master・Client 共にアプリケーションに内包した。

(5) 計算機利用履歴や環境情報を利用した状況推定技術

計算機利用履歴や環境情報を利用した状況推定技術のための基礎的知見の獲得を目標に、以下の項目を実施した。

テレワークの割込許容度推定法の一般化

より汎用的なテレワークの計算機利用中の状況推定技術の確立に向け、23 年度は OKI と協力して研究開発職や事務職に従事するオフィスワーク 15 名を対象に割込拒否度推定実験を実施した。900 時間分のデータを分析した結果、いずれの職種においても、低拒否度と高拒否度が入れ替わる誤推定率を 27%程度に抑制可能であることが確認された。以上の結果を情報処理学会論文誌に発表した。

部屋のセンサ情報に基づく場の雰囲気推定指標の検討

場の雰囲気の推定に向け、数名が在室する部屋の天井に設置した低歪広角カメラ画像を分析し、第三者が評価した部屋の割込拒否度と動きの関係を分析した。その結果、動きの検出数に割込拒否度が反比例す

るといふ従来の知見に加えて、大きな動きを伴わない小さな動きの検出数は場の拒否度に比例する、という新たな知見が得られた。

予備検討用サーバの構築

個人や場の割込拒否度を集約し遠隔共有する効果の実験的検討に向けて、サーバと表示クライアントを試作した。さらに、簡易な予備実験を実施し、割込拒否度の遠隔共有の効果を検討した。

(6) 超臨場感テレワークシステム評価手法と使用時メンタルモデル

超臨場感テレワークシステムに今後関わってくると考えられる、感性心理学的評価手法を核とする評価法策定のために、以下の項目を実施した。

テレワークの職場環境、仕事環境評価の検討

テレワークにおける、職場や仕事の評価に適した質問紙作成に取り組んだ。パイロットスタディながら 50 超のデータを得、因子分析を試行した。そこでは、自由裁量性や情緒的安定性等の 2 因子が安定して抽出された。これら項目数・内容については、必要な追加と信頼性の面等からの削除とを繰り返し精査してゆくが、まず本調査では、今後一層の分析、特にストレス関連の側面を検討できるよう、追加とすることに適切な項目を 11 項選定した。

PAC 法を用いた、テレワークコミュニケーションに注目した面談

PAC 法（個人別態度構造法）を用いて、面談をおこなった。この面談手法においては、クラスター分析によってデンドログラムが個人ひとり一人ごとに算出され、それがインフォーマント（いわゆる面談対象者）と面談者との二者によって検討される。結果では、遠隔オフィスを見続けることに関するイメージや言葉、および、自らのオフィス（メインオフィス）を見られ続けることに関するイメージや言葉が、デンドログラム上のまとまりとして示唆された。

メンタルモデル検討のための、表示・表現に関する分析

システムに相対した場合の人のメンタルモデル理解に役立てるべく、直感的な操作方法だけでなく直感的な表示・表現についての分散分析をおこなった。たとえば、喜怒哀楽（感情）の表現・表示としては、言語表現だけでなく、何らかのサインや、色なども直感的と感じられていることが示唆された。テレワーク場面において、相手方に自分の状態を伝えるようなシーンにおいても、これらのことを考慮することが望ましいと考えられる。